

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3802884 A1

⑳ Aktenzeichen: P 38 02 884.0
㉔ Anmeldetag: 1. 2. 88
㉕ Offenlegungstag: 10. 8. 89

⑤ Int. Cl. 4:
A62D 3/00
B 01 D 53/34
F 23 J 15/00
// B01D 53/36,
C04B 7/26,18/08

Befordernaeigentum

DE 3802884 A1

㉑ Anmelder:
Claudius Peters AG, 2000 Hamburg, DE

㉒ Vertreter:
Moll, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 8000 München;
Delfs, K., Dipl.-Ing.; Mengdehl, U., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat.; Niebuhr, H., Dipl.-Phys. Dr.phil.habil.,
2000 Hamburg; Glawe, U., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

㉓ Erfinder:
Hilgraf, Peter, 2000 Hamburg, DE

⑤4 Anlage zum Entfernen von Ammoniak aus Flugasche

Anlage zum Entfernen von Ammoniak aus Flugasche durch Erhitzung im Wirbelbett. Die Menge des Behandlungsgases im Wirbelbett kann durch indirekten Wärmetausch zur Erhitzung der Flugasche wesentlich verringert werden. Es lassen sich daher bewährte Anlagenkomponenten einsetzen, insbesondere ein vergleichsweise kleiner Heißgasfilter in der Rückführung des Behandlungsgases zur Rauchgasleitung vor einer DENOX-Anlage.

DE 3802884 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anlage zum Entfernen von Ammoniak aus Flugasche durch Erhitzung der im Wirbelbett von einem Gas durchströmten Flugasche.

Für die katalytische Reduktion von Rauchgasen in sogenannten DENOX-Anlagen wird dem Rauchgas Ammoniak zugesetzt, das in dem katalytischen Prozeß nicht vollständig aufgezehrt werden kann. Der im Rauchgas verbleibende, sogenannte NH_3 -Schlupf von einigen vpm wird überwiegend von der Flugasche in Form von wasserlöslichen Ammoniumsalzen aufgenommen. Bevor die Flugasche verwertet oder deponiert werden kann, muß ihr der Ammoniumgehalt weitgehend entzogen werden. Es ist bekannt (DE-OS 35 26 756; Schönbucher, Quittek: Nachrüstung von DENOX-Anlagen in bestehende Kraftwerksanlagen, in Sammelband VGB-Konferenz "Kraftwerk und Umwelt 1985" Seite 157), daß die Desorption durch Erhitzung der Flugasche in der Wirbelschicht auf Temperaturen über 350° durchgeführt werden kann. Das Behandlungsgas wird anschließend in den Rauchgasweg zurückgeführt, und zwar wegen seines Ammoniakgehalts vor die DEMOX-Anlage. Zuvor wird es durch Zyklonabscheider entstaubt, die aber eine erhebliche Menge der Feinanteile in den Rauchgasstrom zurückgelassen lassen, die wegen Verklebungs- und Verstopfungsgefahr besonders ungünstig sind. Sie reichern sich im Kreislauf der in die Desorptionsanlage gelangenden Flugasche und des von dieser zurück in den Rauchgasweg gelangenden Behandlungsgases an und führen zu beträchtlichen Schwierigkeiten. Diese könnten nur durch Entfernung der Feinanteile aus dem rückgeführten Behandlungsgas mittels einer Filteranlage beherrscht werden, die aber extrem kostspielig sein würde wegen der hohen Temperatur des Gases und der enormen Größe, die bestimmt wird durch die große Menge des Behandlungsgases, die ihrerseits wieder bestimmt wird durch die der zuvor abgekühlten Flugasche zuzuführende Wärmemenge.

Im Gespräch sind auch nasse Verfahren zum Auswaschen des Ammoniaks und der Ammoniumsalze aus der Flugasche, die aber energetisch aufwendig sind und in der Großanlage beträchtliche apparative Schwierigkeiten erwarten lassen.

Die Erfindung geht daher von dem an erster Stelle erläuterten Stand der Technik aus und sucht die Schwierigkeiten durch Kreislaufanreicherung unerwünschter Komponenten zu vermeiden und/oder die Wärmewirtschaftlichkeit zu verbessern.

Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, daß ein indirekter Wärmeaustauscher zur Erhitzung der Flugasche verwendet wird.

Obwohl der indirekte Wärmetauscher im Vergleich mit einem Wirbelbettreaktor, in welchem die Wärmeübertragung auf die Flugasche ausschließlich durch das Behandlungsgas erfolgt, apparativ wesentlich aufwendiger erscheint, läßt sich sowohl apparativ als auch hinsichtlich der Verfahrensführung eine Vereinfachung erreichen. Diese beruht im wesentlichen darauf, daß die Menge des Behandlungsgases entscheidend reduziert wird, nämlich größenordnungsmäßig um mehr als eine Zehnerpotenz. Das Behandlungsgas hat lediglich die Aufgabe, die Flugasche zu fluidisieren und dadurch den indirekten Wärmeaustausch an den Wärmetauscherflächen zu ermöglichen sowie die aus der Flugasche bei der Desorption austretenden Gase auszuspülen. Da Flugasche sehr leicht pneumatisch fluidisierbar ist, ge-

nügen dafür sehr geringe Gasmengen, die ohne Schwierigkeit weiterbehandelt werden können, beispielsweise in einem Hochtemperaturfilter zur Beseitigung der Feinanteile vor Rückführung in den Rauchgasstrom. Da die Ammoniak- und Salzkonzentration in dem Behandlungsgas verhältnismäßig hoch sein kann, kommt auch eine anderweitige Verwertung in Frage. Zwar erhöht sich der Aufwand durch die indirekte Beheizung des Reaktors. Da diese aber gesondert vom Flugaschestrom stattfindet, bereitet sie weder apparatetechnisch noch in der Abwärmeverwertung irgendwelche Schwierigkeiten. Auch kann der erfindungsgemäße Reaktor kompakter als die für das bekannte Verfahren einzusetzenden Wirbelschichtreaktoren ausgeführt werden, weil bei gegebener Obergrenze der Geschwindigkeit des Behandlungsgases in der Wirbelschicht die Flächenausdehnung der Wirbelschicht weniger von der Menge des zu behandelnden Feststoffs als von dem Gasdurchsatz abhängt. Daher kann im Falle der Erfindung der Wirbelschichtreaktor eine wesentlich geringere Horizontalausdehnung haben.

Das Heizgas wird zweckmäßigerweise im Kreislauf geführt, was dadurch möglich ist, daß die Heizgase nicht mit der Flugasche in Berührung kommen und daher staubfrei sind. Es wird Heizenergie gespart, da nur dem Wärmeverbrauch entsprechend nachgeheizt wird. Dies geschieht durch Zuführung heißen Verbrennungsgases und Abfuhr eines entsprechenden Teilstroms an kalter Stelle des Kreislaufs. Da das Abgas staubfrei ist, kann die Restwärme leicht weiterverwertet werden, beispielsweise zur Aufheizung der dem Brenner zugeführten Frischluft in indirektem Wärmetausch.

Die Wärmezufuhr zum Heizkreislauf wird zweckmäßigerweise abhängig von der Austrittstemperatur der behandelten Flugasche geregelt, damit auch im Falle einer Verlangsamung oder Unterbrechung des Flugaschedurchsatzes keine Überhitzung auftritt. Jedoch kann die Regelung auch abhängig von der Temperatur des Heizgases im Anschluß an den Wärmetauscher stattfinden.

Die Menge des die Flugasche durchströmenden Behandlungsgases wird zweckmäßigerweise begrenzt auf eine zur Bildung einer Wirbelschicht mit der für die Wärmeübertragung notwendigen Turbulenz hinreichende Menge. Wenn das Behandlungsgas Luft ist, so kann die Gasmenge so gewählt werden, daß die Ammoniakbelastung noch deutlich unterhalb der unteren Explosionsgrenze bleibt. Wenn hingegen ein inertes Gas wie Rauchgas aus dem Rauchgasstrom des Kessels oder von einem gesonderten Brenner verwendet wird, so kann die Behandlungsgasmenge weiter gesenkt werden und eine höhere Ammoniakbelastung zugelassen werden.

Die erfindungsgemäße indirekte Aufheizung der Flugasche besagt nicht, daß nicht auch durch das Behandlungsgas Wärme zugeführt werden dürfte. Der wesentliche Vorteil der Erfindung, der in der Reduzierung der Behandlungsgasmenge besteht, wird schon dann zu einem wesentlichen Teil erreicht, wenn ein Teil der Wärmemenge indirekt zugeführt wird.

Der Wirbelschichtreaktor kann, wie an sich bekannt, mit Einrichtungen zur Sicherstellung einer Mindestverweilzeit für die Flugasche, beispielsweise Aufteilung des Reaktorraums durch Leitbleche in hintereinander liegende Abteilungen, sowie mit Einrichtungen zur Turbulenzverstärkung wie beispielsweise wechselnd unterschiedlich starke Belüftung, ausgerüstet sein.

Die Erfindung wird im folgenden näher unter Bezug-

nahme auf das in der Zeichnung schematisch dargestellte Ausführungsbeispiel erläutert.

Ein indirekter Wärmetauscher 1, für den zweckmäßigerweise eine Bauart gemäß DE-OS 37 38 301.9 gewählt wird, liegt in dem von den Leitungen 2 gebildeten Heizgaskreislauf. Das Heizgas wird ihm mit maximal etwa 850° zugeführt und maximal etwa 600° abgeführt. Ein Gebläse 4 erhält den Gaskreislauf aufrecht. Zur Aufrechterhaltung der genannten Zuführungstemperatur wird dem Kreislauf Heißgas durch Leitungen 5 zugeführt, das im dargestellten Beispiel von einem Brenner 6 stammt. Durch Leitung 7 wird ein entsprechender Teilstrom aus dem Heizgaskreislauf abgeführt. Die Restwärme dieses Abgases wird im Wärmetauscher 8 auf die Brennerluft übertragen, die durch Gebläse 9 und Leitungen 10 dem Brenner 6 zugeführt wird. Der Brenner 6 wird über Impulsleitung 11 so geregelt, daß die Temperatur der den Wärmetauscher 1 durch Leitung 12 verlassenden Flugasche auf einem konstanten Wert von beispielsweise 400° bis 500° gehalten wird.

Der Wärmetauscher 1 enthält einen schematisch durch Schraffur angedeuteten Raum 13 zur Aufnahme eines von der Flugasche gebildeten Wirbelbetts, der von Wärmetauscherrohren 14 durchzogen ist. Durch den porösen Boden des Raums 13 wird mittels Gebläse 15 durch Leitungen 16 Fluidisierluft als Behandlungsgas zugeführt, die den Reaktor durch Leitungen 17 verläßt, um nach Passieren des Heißluftfilters 18 durch Leitung 19 dem Rauchgasweg vor der DENOX-Anlage des zugehörigen Kessels zugeführt zu werden. Der Filterausfall wird über Schleuse 20 und Leitung 21 in den Reaktor zurückgeführt.

Die zu behandelnde Flugasche gelangt durch Leitung 22 in einen Pufferbehälter 23, von dem aus sie mittels der Förderschnecke 24, die gleichzeitig als Schleuse dient, dem Raum 13 des Reaktors 1 zugeführt wird. Die Zuführungsgeschwindigkeit wird mittels der Schnecke 24 so geregelt, daß ein Mindestfüllstand im Vorbehälter erhalten bleibt.

Durch eine Trennwand 25 ist der Wirbelschichtraum 13 des Wärmetauschers 1 in wenigstens zwei Abteilungen aufgeteilt, die eine geeignete Überlaufverbindung besitzen und einen Kurzschluß zwischen Gutaufgabe und Gutabzug verhindern. Sie tragen dadurch zur Gewährleistung einer bestimmten Mindestaufenthaltsdauer im Reaktor bei. Zur weiteren Einengung des Spektrums der Aufenthaltsdauer können weitere derartige Trennwände und Abteilungen vorgesehen sein. Der Gutabzug ist als Überlauf ausgebildet, wie dies bei Leitung 12 schematisch angedeutet ist. Die Verweilzeit im Reaktor 1 wird durch die Höhe des Überlauf-Materialabzugs 12 und/oder die Wirbelbettexpansion in dem Reaktor 1 geregelt, bzw. eingestellt. Diese Leitung führt zu einem Kühler 30, der dargestellt ist als ein von Überlauf- und Unterlaufwänden 31 unterteiltes Wirbelbett, das wassergekühlte Kühlschlangen enthält.

Die Flugasche wird dem Rauchgas mit einer Temperatur entnommen, die unterhalb der Kondensationstemperatur einiger Ammoniumsalze (um 200°C) liegt. Nach dem Pufferbehälter 23 gelangt sie in den Reaktor 1 und wird dort auf die Arbeitstemperatur, die in der Regel über 400°C liegt, indirekt aufgeheizt. Die dargestellte Anordnung erlaubt Arbeitstemperaturen bis ca. 500°C. Die mittlere Verweilzeit wird auf 0,5 bis 0,7 Stunden eingestellt. Die Menge des zugeführten Fluidisierungsgases wird so gewählt, daß einerseits eine möglichst große Dichte des Wirbelbetts und andererseits hinreichend hohe Wärmeübergangszahlen gewährleistet wer-

den. Gewünschtenfalls kann für gute Durchmischung und hohe Relativgeschwindigkeit an den Wärmetauscherflächen großräumige Umwälzung im Wirbelbett durch unterschiedlich starke und ggf. wechselnde Belüftung unterschiedlicher Bodenzonen bewirkt werden, wie dies an sich bekannt ist. Das Fluidisierungsgas kann durch Nutzung der Abwärme des Heizgases aufgeheizt werden, so wie dies in der Zeichnung für die Brennerfrischluft dargestellt ist. Diese Restwärmenutzung macht wegen der Staubbefreiheit des Heizgases keine Schwierigkeiten. Als Anhaltspunkt für die benötigte Fluidisierungsmenge sei angegeben, daß die Gasgeschwindigkeit für die Lockerung von Flugasche im allgemeinen unter 1 cm/s liegen kann. Es kann eine entsprechend hohe Ammoniakbeladung bis ca. 20 g/m³ (bezogen auf Luft von 1 bar und 20°C) erzielt werden, die damit noch deutlich unterhalb der unteren Explosionsgrenze liegt. Höhere Beladungen sind bei Verwendung von Inertgas (Rauchgas) zulässig. Der Aufbau einer Feinteilanreicherung im Kreislauf des zur Rauchgasleitung zurückgeführten Behandlungsgases kann daher durch einen sehr kleinen Heißgasfilter 18 vermieden werden.

Im Kühler 30 wird die den Reaktor mit 400°C bis 500°C verlassende Flugasche auf ca. 100°C abgekühlt. Die Wärme des Kühlwassers kann weiterverwertet werden, beispielsweise im Rahmen von Gebäudebeheizung. Statt Kühlung mit Wasser ist auch Luftkühlung denkbar.

Das System ist energetisch sehr effektiv. Der apparative Aufwand ist mäßig. Unvorhergesehene Schwierigkeiten sind nicht zu befürchten, weil eine Kreislaufanreicherung von korrosiven und klebenden Feinanteilen verhindert wird, weil die mit solchen Bestandteilen belasteten Gasmengen gering sind und weil Wärmeaustauscherflächen nicht gleichzeitig von hoher Temperatur und derartigen Bestandteilen beaufschlagt sind. Es kann auf erprobte Anlagenkomponenten zurückgegriffen werden.

Die vergleichsweise Berechnung einer Anlage nach dem eingangs erläuterten Stand der Technik und nach der Erfindung für einen Durchsatz von 20 t Flugasche ergibt, daß bei der bekannten Anlage ein Behandlungsgasdurchsatz von ca. 15 000 kg/Std im Vergleich mit ca. 875 kg/Std im Falle der Erfindung vorgesehen werden muß. Wegen der notwendigen Beschränkung der Gasgeschwindigkeit im Wirbelbett verlangt die Gasmenge der bekannten Anlage mit direkt beheizter Wirbelschicht eine unwirtschaftlich ausgedehnte Bettfläche, weshalb für die praktische Ausführung offenbar statt eines Wirbelbetts ein Steigrohr vorgezogen werden soll.

Patentansprüche

1. Anlage zum Entfernen von Ammoniak aus Flugasche durch Erhitzung der im Wirbelbett von einem Gas durchströmten Flugasche, gekennzeichnet durch indirekten Wärmetausch zur Erhitzung der Flugasche.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherflächen von im Kreislauf geführtem Heißgas beheizt sind.
3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Heizgaskreislauf heißes Verbrennungsgas zuführbar und von ihm an kalter Stelle ein Teilstrom abführbar ist.
4. Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die Nutzung einer im Teilstrom enthal-

tenen Restwärmemenge ein indirekter Wärmetauscher (8) vorgesehen ist.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr heißen Verbrennungsgases zum Heizgaskreislauf abhängig von der Austrittstemperatur der behandelten Flugasche regelbar ist.

6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das die Flugasche durchströmende Gas begrenzt ist auf eine zur Bildung einer Wirbelschicht notwendigen Menge.

7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das die Flugasche durchströmende Gas zu einem wesentlichen Teil Luft ist.

8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das die Flugasche durchströmende Gas zu einem wesentlichen Teil Rauchgas ist.

9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch einen Heißgasfilter (18) für das die Flugasche durchströmt habende Gas.

10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (1) mit Einrichtungen zur Turbulenzverstärkung und/oder zur Steuerung der Verweilzeit ausgerüstet ist.

11. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Kreislaufgas zugewandte Seite der Wärmeaustauschfläche des Reaktors (1), d.h. die Innenseite der Heizrohre, mit die Turbulenz des Heizgases verstärkenden bzw. Turbulenz erzeugenden Einbauten zur Erhöhung des gasseitigen Wärmeüberganges ausgerüstet ist.

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

3802884

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeld tag:
Offenlegungstag:

38 02 884
A 62 D 3/00
1. Februar 1988
10. August 1989

M*

Fig.: L/M/V

